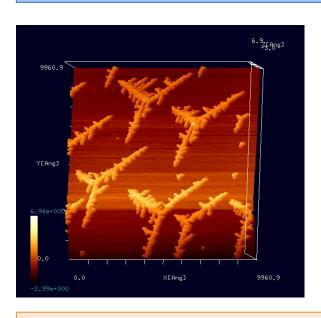
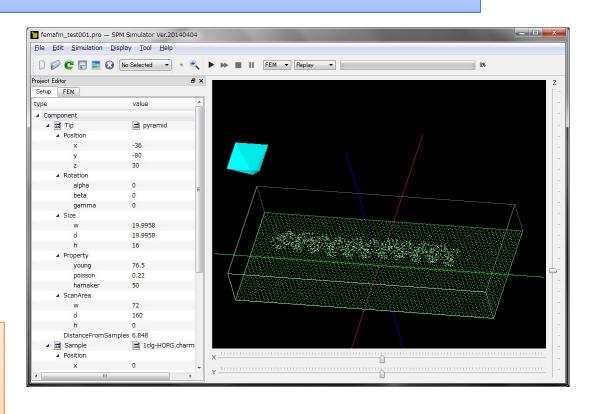
SPMシミュレータ 走査型プローブ顕微鏡実験画像シミュレータ



[東京大学生産技術研究所 福谷研究室提供

(Ir結晶表面上にAuを蒸着、アニーリングしてフラクタル島状構造を自己形成させたもの)

S. Ogura et al., Phys. Rev. B 73, 125442 (2006); S. Ogura and K. Fukutani, J. Phys.: Condens. Matter 21 (2009) 474210.]



株式会社アドバンストアルゴリズム&システムズ 2017年8月7日

SPMシミュレータの特徴

(1)実験画像とシミュレーション画像を直接、比較・検討できる

SPM実験装置から直接アウトプットされたデータ画像と、シミュレーションから得られた数値計算画像を、同一のウィンドウ上で、並行してデジタル処理できます

実験結果と計算結果の比較により、新たな知見が得られます

(2)69種類の元素が量子力学的シミュレータで使用可能です

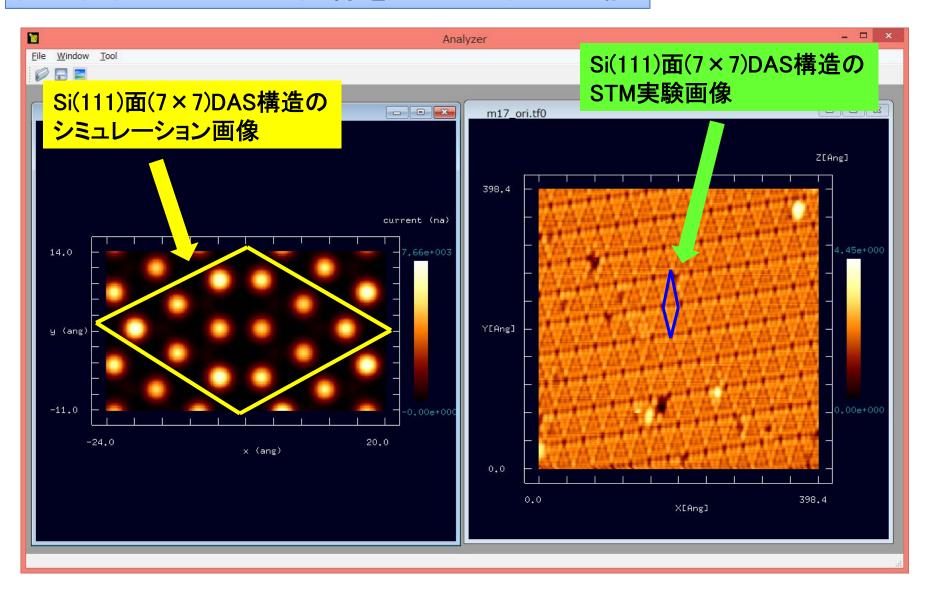
SPMシミュレータには、DFTB(密度汎関数強結合)法に基づく、量子力学の効果を考慮したソルバが用意されています

69種類の元素から成る化合物の、STM, STS, AFM, KPFMシミュレーションが 実行可能です。

事実上、あらゆる種類の無機・有機化合物のシミュレーションに対応しています。

シミュレーション画像と実験画像との比較

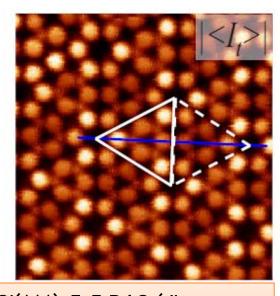
同一画面上で二つの画像をデジタル処理可能



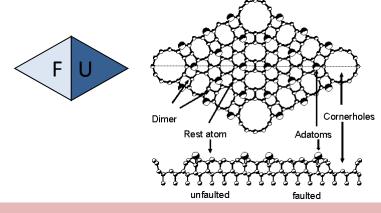


DFTB(密度汎関数)ソルバ

手軽に使えて信頼できる結果



Si(111)-7x7 DAS (dimer-adatom-stacking fault)構造のSTM実験画像(大阪大学森田研究室提供、2009)



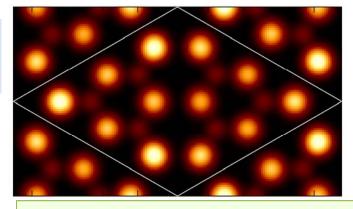
stacking-faultedとstacking-unfaultedの三角形領域部分で明るさに違い

DFTBソルバは、明る さの違いを再現可能



SPMシミュレータは実験画像の物理 的解釈のヒントを与えてくれる

このような詳細な分析が、69種類の元素について可能



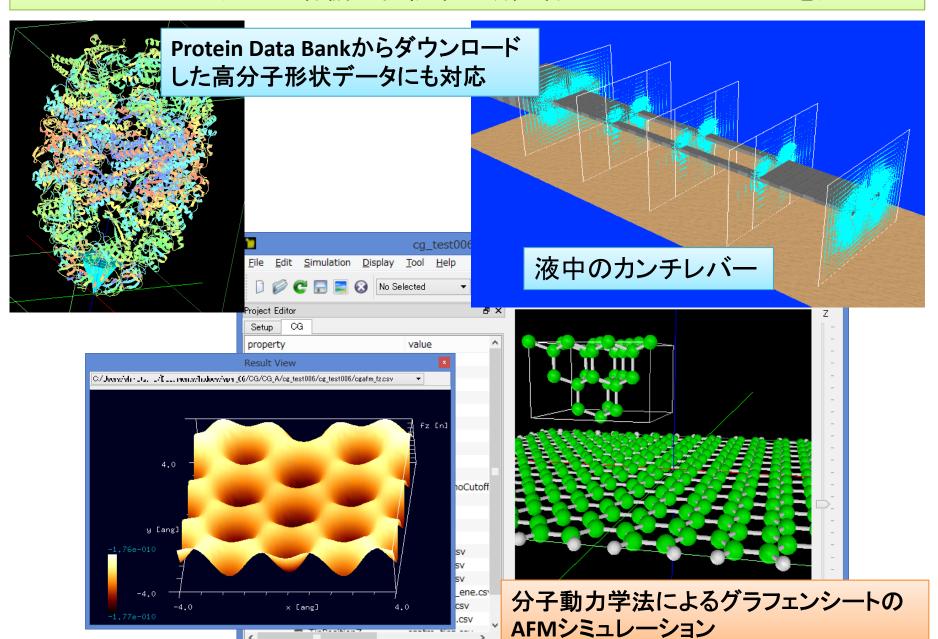
DFTBソルバによるSi(111)-7x7 DAS構造のSTMシミュレーション画 像

DFTB原子間作用パラメータ

DFTB計算 使用可能元素 (2015/12/25更新)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Н																	Не
Li	Ве											В	С	Ν	0	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	Р	S	CI	Ar
K	Ca	Sc	Ϊ	٧	Cr	Mn	Fe	Со	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Υ	Zr	Nb	Мо	Тс	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Те	I	Xe
Cs	Ва	*1	Hf	Та	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	TI	Pb	Bi	Ро	At	Rn
Fr	Ra	*2	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	113	FI	115	Lv	117	118
*1ラ	ンタノ	ノイド	La	Се	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ηο	Er	Tm	Yb	Lu
*2 ア	クチノ	ノイド	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
27元素 使用可能 (2015/09/26))		
12 H, C, N, O, Al, Si, P, Ti, Ru, W, Pt, Au																	
15 Li, B, F, Na, Mg, S, Cl, Cu, Ga, Ge, As, Br, Ag, I, Bi																	
32元素 追加開発																	
17 Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Rh, Pd, Re, Ir(遷移金属)																	
8 La, Ce, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm(ランタノイド)																	
	3	K, R	b, Cs	(ア	ルカリ	J金属	員)										>
	-																
10元	素追	加															
			Ca, S	Sr, Ba	, Cd,	Sn,	Hg, F	b, Y	b, U								
	Li Na K Rb Cs Fr *1 ラ *2 ア 27万	H Li Be Na Mg K Ca Rb Sr Cs Ba Fr Ra *1 ランタ・ *2 アクチ・ 27元素 (15 32元素 (17 8 4 3	H Li Be Na Mg K Ca Sc Rb Sr Y Cs Ba *1 Fr Ra *2 *1 ランタノイド *2 アクチノイド 27元素 使用で 15 Li, B 32元素 追加原 17 Sc, Y 8 La, (4 Se, 1 3 K, R	H Li Be Na Mg K Ca Sc Ti Rb Sr Y Zr Cs Ba *1 Hf Fr Ra *2 Rf *1 ランタノイド Ac 27元素 使用可能 12 H, C, N, G 15 Li, B, F, N 32元素 追加開発 17 Sc, V, Cr 8 La, Ce, G 4 Se, In, St 3 K, Rb, Cs	H Li Be Na Mg K Ca Sc Ti V Rb Sr Y Zr Nb Cs Ba *1 Hf Ta Fr Ra *2 Rf Db *1 ランタノイド La Ce *2 アクチノイド Ac Th 27元素 使用可能 (2015) 12 H, C, N, O, Al, 15 Li, B, F, Na, M 32元素 追加開発 17 Sc, V, Cr, Mn, 8 La, Ce, Gd, Tb 4 Se, In, Sb, Te 3 K, Rb, Cs (ア)	H Li Be Na Mg K Ca Sc Ti V Cr Rb Sr Y Zr Nb Mo Cs Ba *1 Hf Ta W Fr Ra *2 Rf Db Sg *1 ランタノイド La Ce Pr *2 アクチノイド Ac Th Pa 27元素 使用可能 (2015/09 12 H, C, N, O, Al, Si, F 15 Li, B, F, Na, Mg, S, 32元素 追加開発 17 Sc, V, Cr, Mn, Fe, 8 8 La, Ce, Gd, Tb, Dy, 4 Se, In, Sb, Te (半3 3 K, Rb, Cs (アルカリ	H Li Be Na Mg K Ca Sc Ti V Cr Mn Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Cs Ba *1 Hf Ta W Re Fr Ra *2 Rf Db Sg Bh *1 ランタノイド La Ce Pr Nd *2 アクチノイド Ac Th Pa U 27元素 使用可能 (2015/09/26) 12 H, C, N, O, Al, Si, P, Ti, 15 Li, B, F, Na, Mg, S, Cl, (32元素 追加開発 17 Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co, N 8 La, Ce, Gd, Tb, Dy, Ho, 4 Se, In, Sb, Te (半金属) 3 K, Rb, Cs (アルカリ金属	H Li Be Na Mg K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Cs Ba *1 Hf Ta W Re Os Fr Ra *2 Rf Db Sg Bh Hs *1 ランタノイド La Ce Pr Nd Pm Ac Th Pa U Np 27元素 使用可能 (2015/09/26) 12 H, C, N, O, Al, Si, P, Ti, Ru, V 15 Li, B, F, Na, Mg, S, Cl, Cu, G 32元素 追加開発 17 Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn 8 La, Ce, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, T 4 Se, In, Sb, Te (半金属) 3 K, Rb, Cs (アルカリ金属) 10元素追加	H Li Be Na Mg K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Cs Ba *1 Hf Ta W Re Os Ir Fr Ra *2 Rf Db Sg Bh Hs Mt *1 ランタノイド La Ce Pr Nd Pm Sm *2 アクチノイド Ac Th Pa U Np Pu 27元素 使用可能 (2015/09/26) 12 H, C, N, O, Al, Si, P, Ti, Ru, W, Pt 15 Li, B, F, Na, Mg, S, Cl, Cu, Ga, Ge 32元素 追加開発 17 Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Y, Z 8 La, Ce, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm (年4 Se, In, Sb, Te (半金属) 3 K, Rb, Cs (アルカリ金属)	H Li Be Na Mg K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Cs Ba *1 Hf Ta W Re Os Ir Pt Fr Ra *2 Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds *1 ランタノイド Ac Th Pa U Np Pu Am 27元素 使用可能 (2015/09/26) 12 H, C, N, O, Al, Si, P, Ti, Ru, W, Pt, Au 15 Li, B, F, Na, Mg, S, Cl, Cu, Ga, Ge, As, 32元素 追加開発 17 Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Y, Zr, Ni 8 La, Ce, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm (ランタ4 Se, In, Sb, Te (半金属) 3 K, Rb, Cs (アルカリ金属)	H Li Be Na Mg K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cs Ba *1 Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Fr Ra *2 Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg *1 ランタノイド La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd *2 アクチノイド Ac Th Pa U Np Pu Am Cm 27元素 使用可能 (2015/09/26) 12 H, C, N, O, Al, Si, P, Ti, Ru, W, Pt, Au 15 Li, B, F, Na, Mg, S, Cl, Cu, Ga, Ge, As, Br, As Br, Mg, S, Cl, Cu, Ga, Ge, As, Br, Mg, Ce, Ce, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm (ランタノイト 4 Se, In, Sb, Te (半金属) 3 K, Rb, Cs (アルカリ金属)	H Li Be Na Mg K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd Cs Ba *1 Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Fr Ra *2 Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg Cn *1 ランタノイド La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb *2 アクチノイド Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk 27元素 使用可能 (2015/09/26)	H Li Be Na Mg Al K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Cs Ba *1 Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Fr Ra *2 Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg Cn 113 *1 ランタノイド La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy *2 アクチノイド Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf 27元素 使用可能 (2015/09/26)	H Li Be Na Mg K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Cs Ba *1 Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg TI Pb Fr Ra *2 Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg Cn 113 Fl *1 ランタノイド La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho *2 アクチノイド Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es 27元素 使用可能 (2015/09/26) 12 H, C, N, O, Al, Si, P, Ti, Ru, W, Pt, Au 15 Li, B, F, Na, Mg, S, Cl, Cu, Ga, Ge, As, Br, Ag, I, Bi 32元素 追加開発 17 Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Rh, Pd, F8 La, Ce, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm (ランタノイド) 4 Se, In, Sb, Te (半金属) 3 K, Rb, Cs (アルカリ金属)	H Li Be Na Mg Al Si P K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Cs Ba *1 Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Fr Ra *2 Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg Cn 113 Fl 115 *1 ランタノイド Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm 27元素 使用可能 (2015/09/26)	H Li Be Na Mg B C N O Al Si P S K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te Cs Ba *1 Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po Fr Ra *2 Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg Cn 1113 Fl 115 Lv *1 ランタノイド Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md 27元素 使用可能 (2015/09/26) 12 H, C, N, O, Al, Si, P, Ti, Ru, W, Pt, Au 15 Li, B, F, Na, Mg, S, Cl, Cu, Ga, Ge, As, Br, Ag, I, Bi 32元素 追加開発 17 Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Rh, Pd, Re, Ir (遷7 8 La, Ce, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm (ランタノイド) 4 Se, In, Sb, Te (半金属) 3 K, Rb, Cs (アルカリ金属)	H Li Be Na Mg B C N O F Al Si P S Cl K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Br Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Cs Ba *1 Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Fr Ra *2 Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg Cn 113 Fl 115 Lv 117 *1 ランタノイド Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No 27元素 使用可能 (2015/09/26) 12 H, C, N, O, Al, Si, P, Ti, Ru, W, Pt, Au 15 Li, B, F, Na, Mg, S, Cl, Cu, Ga, Ge, As, Br, Ag, I, Bi 32元素 追加開発 17 Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Rh, Pd, Re, Ir (遷移金原 8 La, Ce, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm (ランタノイド) 4 Se, In, Sb, Te (半金属) 3 K, Rb, Cs (アルカリ金属)

バイオ・ソフトマテリアル・有機化合物系の研究者に適したシミュレータを用意



SPMシミュレータのコンセプト

主な対象となるユーザ:SPM実験研究者全般 一部の理論研究者(分子動力学法、DFTB法)

近似的なシミュレーション結果を実験研究者に短時間で提供することを目的 としている

計算時間が長くかかる厳密なシミュレーション結果を算出することを目的としていない

実験研究者が手軽に使えるツールを目指す

高分子の粘弾性接触力学解析機能などを用意し、ソフトマテリアル・バイオ関連分野の研究者にも利用して頂けるソフトを目指している

長期的な目標

世界標準化により、SPMの利用が産業界へ浸透「ものづくり」の現場における、SPMの検査装置としての利用ナノ構造デバイス作成における、SPMの製造装置としての利用

ソルバー選択のフローチャート SPM像の解析と調整 実験結果あり Analyzer 探針形状推測 シミュレーション実行 幾何学法 **GeoAFM** no 実験結果なし 原子分解能 連続体 FemAFM 力学法 yes SetModel 粘弹性接触系AFM像 タッピングモード解析 STM像·STS AFM像 液中てこ KPFM像 振動解析 no 液中計測 no 古典力場 **DFTB** LiqAFM yes yeş CG 温度効果 no yes MD **CG RISM** MD

SPMシミュレータは9個のソルバから成り立っています

Analyzer

実験画像データデジタル処理ツール

SetModel

探針・試料モデル作成ツール

結晶構造を作成

GeoAFM

高速相互予測AFMシミュレータ

FemAFM

連続弾性体AFMシミュレータ

有限要素法

LiqAFM

液中ソフトマテリアルAFMシミュレータ

流体力学

macroKPFM

マクロスケールKPFMシミュレータ

古典電磁気学

CG

構造最適化AFM像シミュレータ

古典論的な力場を仮定

MD

分子動力学AFM像シミュレータ

原子の連立Newton運動方程式

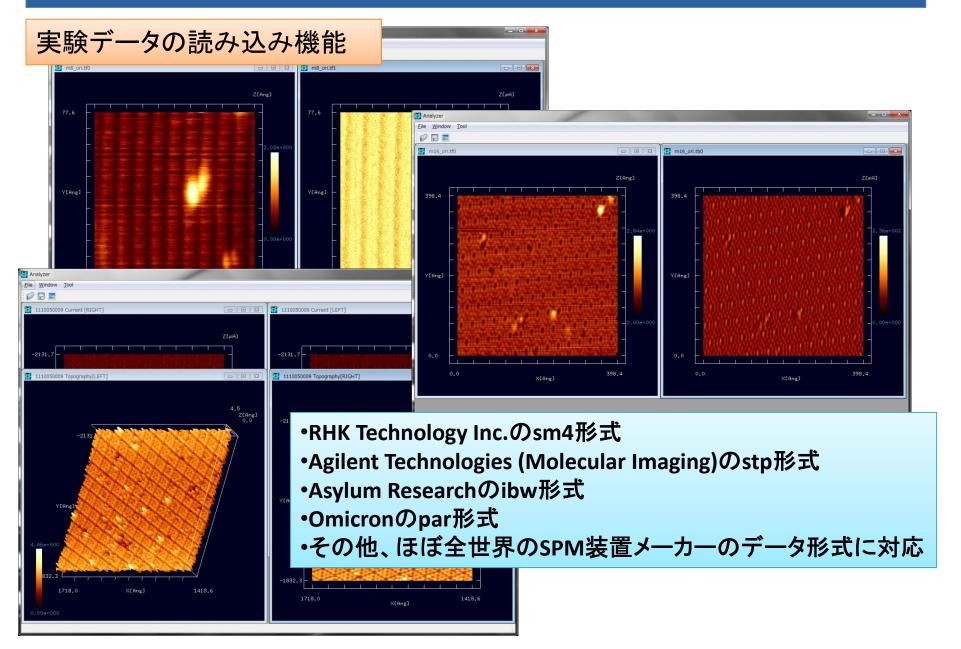
DFTB

量子論的SPM像シミュレータ(密度汎関数法)



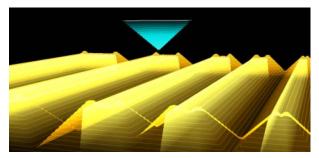
バンド構造計算機能追加

Analyzer(実験画像データデジタル処理ツール)の具体例

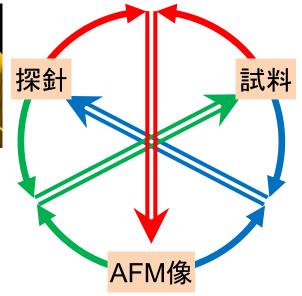


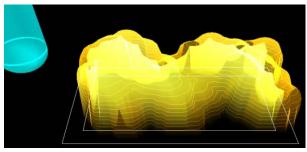
GeoAFM: 高速相互予測AFMシミュレータ

「高速相互予測AFMシミュレータ」は、探針の立体的な形状データ、試料表面の 凹凸を表現した形状データ、測定AFM像データ、の三種類のデータのうち、二種 類のデータから、残り一種類のデータを高速に予測します 探針-試料間の相互作用は考慮せず、純粋に幾何学的な計算のみ行います

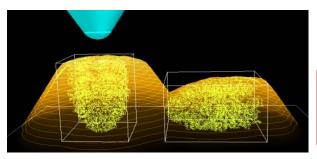


試料とAFM像から探針 形状を予測





AFM像と探針から試料 形状を予測

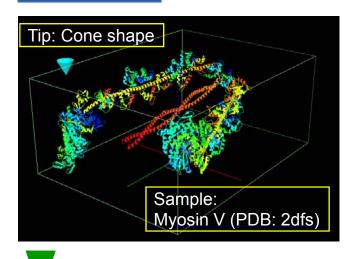


探針と試料からAFM 像を予測

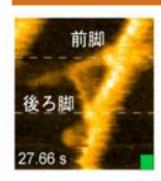
GeoAFM (高速相互予測AFMシミュレータ)の具体例

生体高分子ミオシンVのAFM像シミュレーション

Simulation

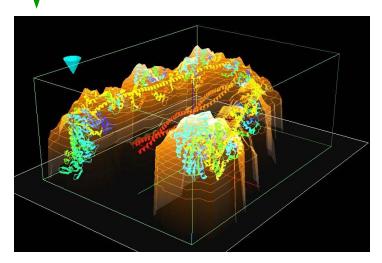


Experiment



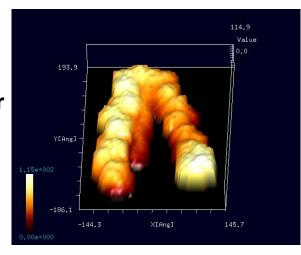
金沢大学 理工研究域数物科学系の安藤敏夫教授と古寺哲幸助教らの研究グループは、世界最高性能の高速原子間力顕微鏡を開発し、アクチンフィラメントに沿って動くミオシンV分子の振舞いを直接高解像撮影することに世界で初めて成功した

GeoAFM 1秒以下の計算時間



Analyzer

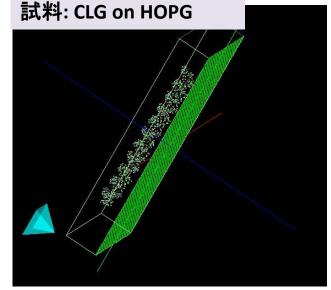




FemAFM(連続弾性体AFMシミュレータ)の具体例(1)

ラクトン系高分子ポリマーの AFMシミュレーション

探針: ピラミッド型のSiO2



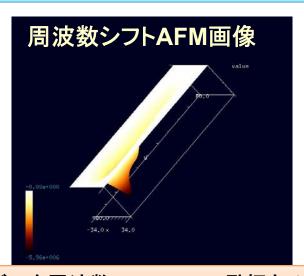
HOPG: 高配向熱分解黒鉛 (Highly Oriented Pyrolytic Graphite) CLG:ラクトン系高分子量ポリマー(CLG:εカプロラクトン・(L)ラクチド・グリコリド共重合体)

Constant height (static) mode

AFM画像

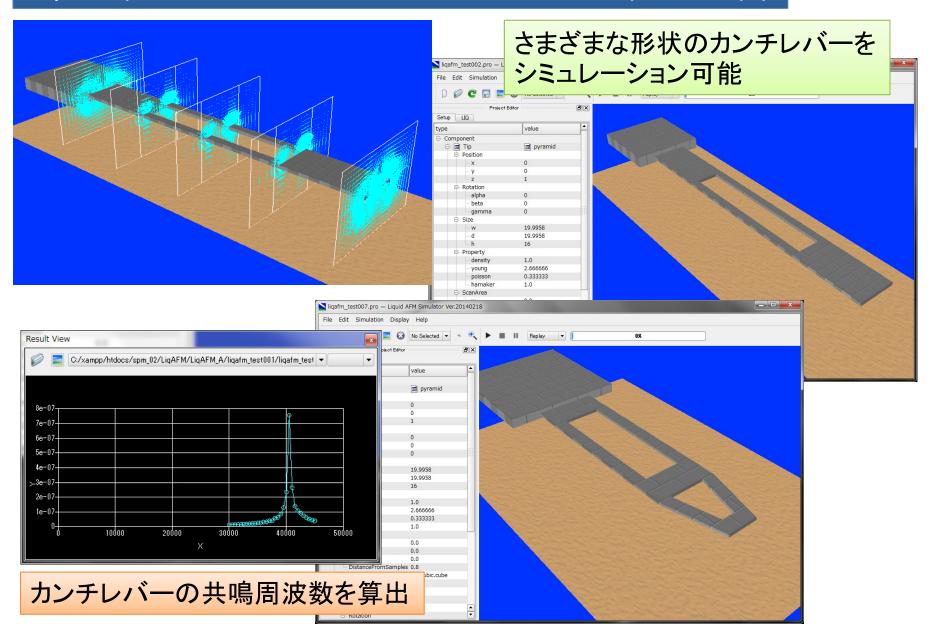
探針が試料に接近している部分では、逆6乗法則に 従ってファンデルワールス力が急激に増大



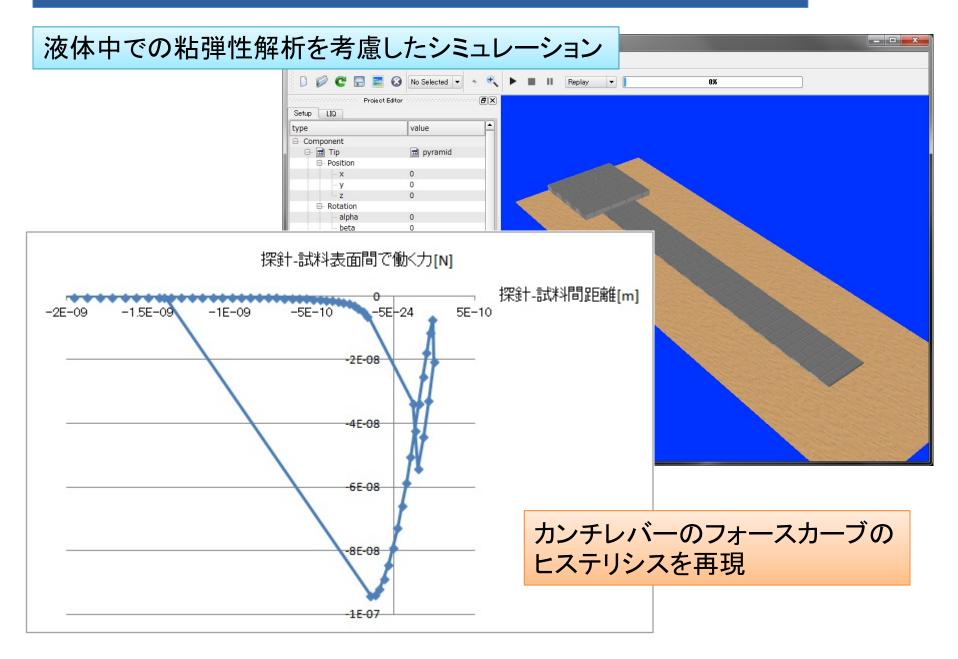


カンチレバーを周波数500[MHz]で励振させていて、 周波数のずれは最大で5.96[MHz]

LiqAFM(液中ソフトマテリアルAFMシミュレータ)計算例(1)



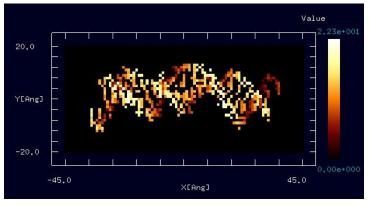
LiqAFM(液中ソフトマテリアルAFMシミュレータ)計算例(2)

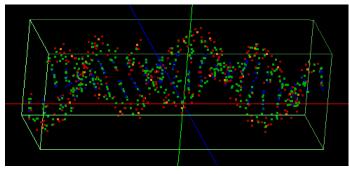


LiqAFMタッピング機能計算例(3)

DNA分子

液中環境下でのシミュレーション

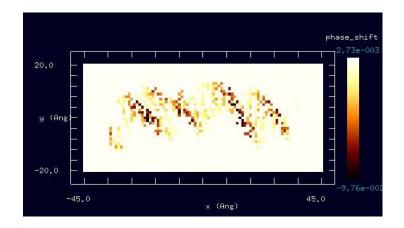




周波数シフト像

9 (Ang) -20.0 -45.0 x (Ang)

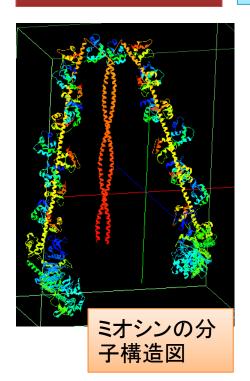
位相シフト像

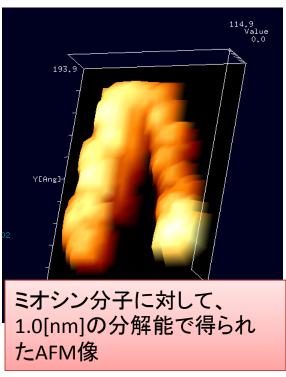


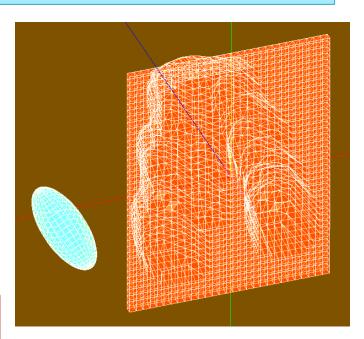
周波数シフト、位相シフトから物性値(ヤング率、表面張力)を逆算する機能の実装(逆問題にも対応)

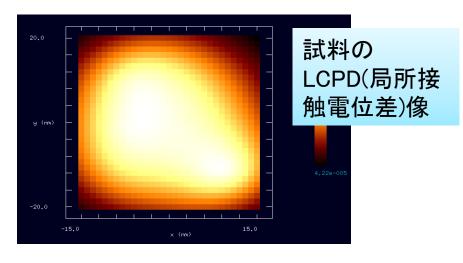
macroKPFM機能

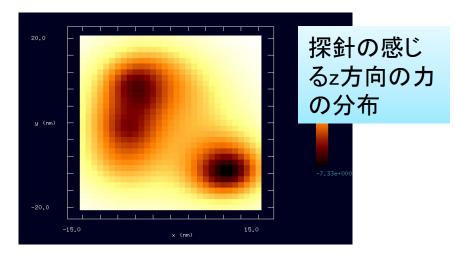
均一な表面電荷を持つミオシン分子のKPFMシミュレーション







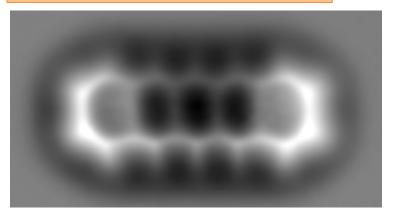




CG(構造最適化AFM像シミュレータ)の具体例

ペンタセンのAFM(周波数シフト像)観察とシミュレーション

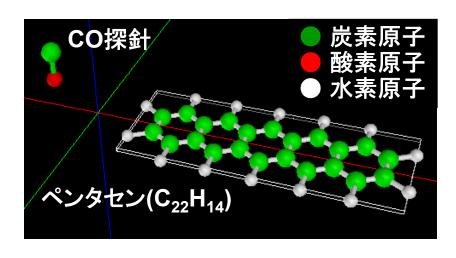
周波数シフト像の実験結果



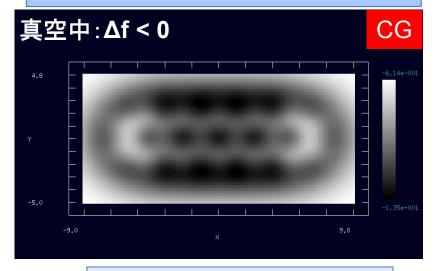
良い一致



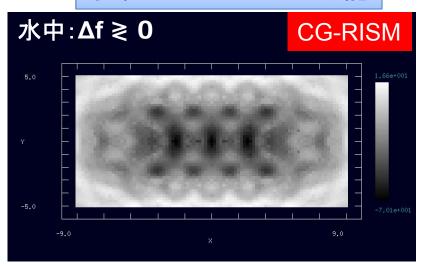
L. Gross et al., Science 325, 1110-1114 (2009)



周波数シフト像のシミュレーション



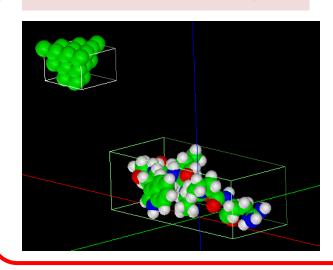
水中のシミュレートも可能



MD(分子動力学AFM像シミュレータ)の具体例

抗血管新生ペプチドのAFM像シミュレーション

シミュレーション・モデル



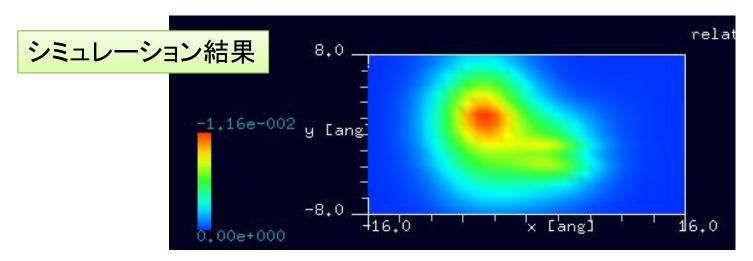
探針:ダイヤモンド探針

試料:ペプチドATWLPPR(PDB: 2jp5)

分子の変形を考慮に入れた、周波数シフト

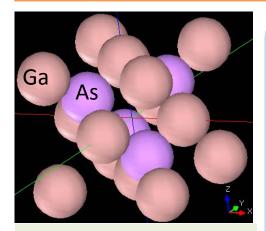
AFM像シミュレーション

N端側のA, T残基を固定 他は変形可

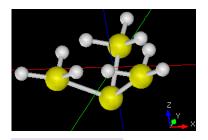


DFTB(量子論的SPM像シミュレータ[密度汎関数法])の具体例

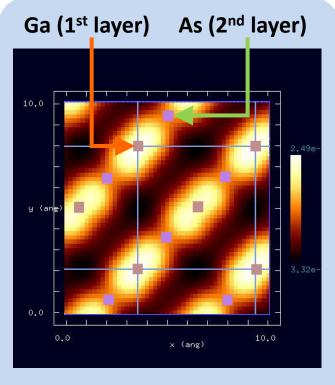
GaAs(100)表面のSTMシミュレーション



試料:GaAs(100)の単位 格子



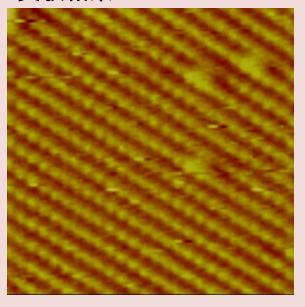
探針:Si₄H₉



シミュレーション結果 探針-試料間の距離:3.0[Å] 探針バイアス: +2.0[V]

高さ一定STM計算

実験結果



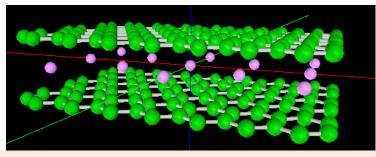
GaAs (100) surface cleaved in UHV (7.2 nm x 7.2 nm) (STM)

http://info.ifpan.edu.pl/~wawro/sub frames/Surfaces.htm

第2層目のAsの影響で電流値の高い領域が斜めになった

DFTB(2-a): Li-GICのSTM像シミュレーション

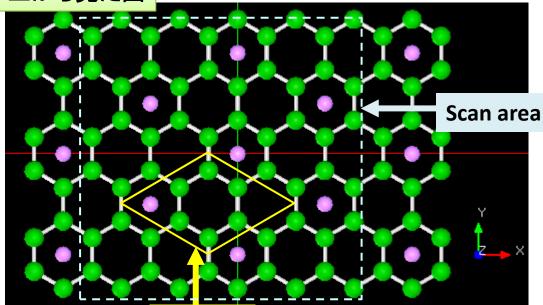
Li-GIC: Liイオンのグラファイト層間化合物



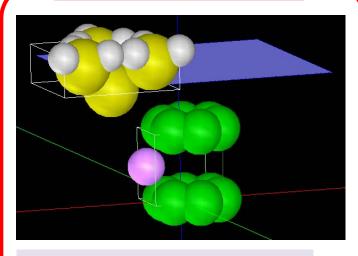
2層のグラフェンシート内に Li 原子を配置

層間距離: 3.70Å

上から見た図



シミュレーションモデル



探針: Si₄H₉ 試料: Li-GIC

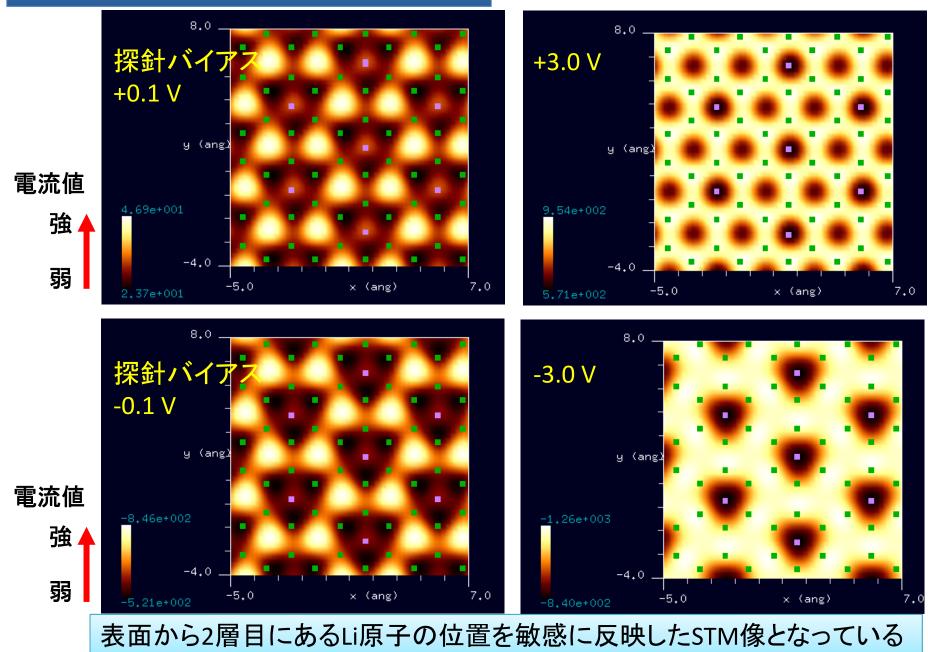
探針高さ: 3.0 Å

スキャンエリア: 12 Å x 12 Å

探針のバイアスを変えて、 高さ一定STM像をシミュレート

Unit cell

DFTB(2-b): Li-GICのSTM像シミュレーション



今後の問題

SPMシミュレータとPHASE/0の連携について

PHASE/0: 第一原理電子状態計算シミュレータ

物質・材料研究機構が中心になって開発

あらゆる材料の、バンド構造等の物性的性質をシミュレート

高性能だが、その分リソースが必要

→高性能のワークステーション、長時間の計算

現在は、商用ソフトとして一般に販売されている(株式会社アスムス)

企業の開発者において、第一原理計算に興味を持つ研究者もいるはず SPMシミュレータでPHASE/Oの計算作業を支援・補助

SPMシミュレータDFTBソルバとPHASE/0を連携するには、二つの方法が考えられる

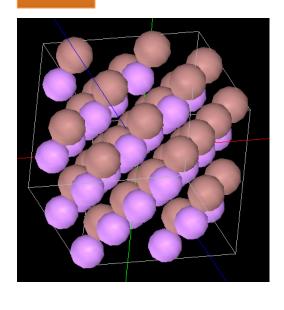
(方法1)DFTBソルバにバンド構造計算機能を付与して販売 (方法2)DFTBソルバで、PHASE/0の入力データを作成

方法1 → SPMシミュレータとPHASE/0は独立して運用 方法2 → SPMシミュレータはPHASE/0のプリプロセッサとして運用

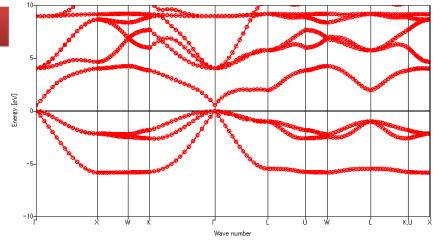
(方法1)DFTBソルバにバンド構造計算機能を追加完了

ユーザは、PHASE/0での本格的な計算に先立って、SPMシミュレータDFTBソルバで、あらかじめ予備的なバンド構造計算を行う

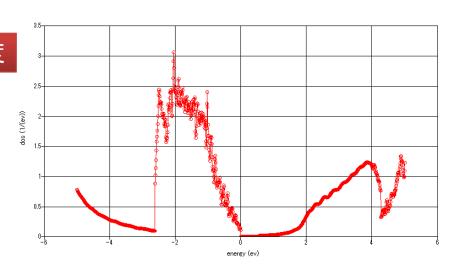
InAs



バンド構造



状態密度



(方法2)DFTBソルバで、PHASE/0の入力データを作成

PHASE/0の入力データのうち、次の二つにデータを、DFTBソルバで計算してしまう

- •initial_wavefunctions(初期波動関数)
- •initial_charge_density(初期電荷密度)

長所

- •PHASE/0の繰り返し計算の回数を減らし、収束する速度を上げることが可能
- •結果として、PHASE/Oの計算時間を短縮できる

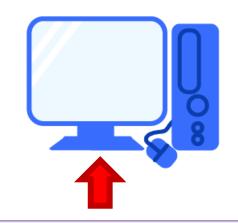
短所

initial_wavefunctions(初期波動関数)はファイルF_ZAJ、initial_charge_density(初期電荷密度)はファイルF_CHGTで与えられるこれらのファイルはバイナリ形式で、その書式は公開されていない書式を知るためには、書式を公開してもらうか、PHASE/0のソースコードを知る必要がある

SPMシミュレータのバンドル販売方法について

- •SPM実験装置をお買い上げの顧客に、SPMシミュレータの実行ファイルを収めたDVD-ROMを同時提供します
- •SPM実験装置ユーザーは、すぐに、お手元のWindowsパソコンにSPMシミュレータをインストールして使用できます
- •ライセンスもインターネットで簡単に登録できます
- •SPMシミュレータを使えば、SPM実験装置で得られた生データを、お手元の Windowsパソコン上でデジタル処理できます
- •シミュレーション計算もWindowsパソコン上で簡単操作できます





GPUにも対応しています

SPM実験装置のすぐそばのPCにSPMシミュレータをインストール